

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 22 日 (22.09.2005)

PCT

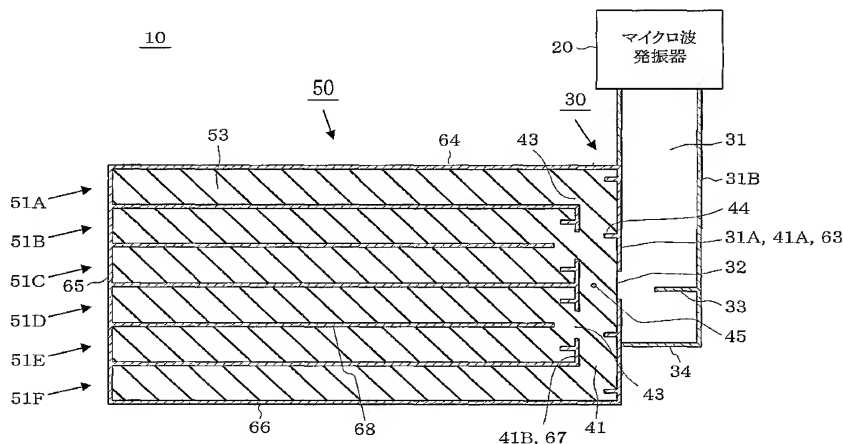
(10) 国際公開番号
WO 2005/088763 A1

- (51) 国際特許分類: H01P 5/12 (71) 出願人 および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003086 (72) 発明者: 大見 忠弘 (OHMI, Tadahiro) [JP/JP]; 〒9800813 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2-1-17-301 Miyagi (JP). 後藤 尚久 (GOTO, Naohisa) [JP/JP]; 〒1930825 東京都八王子市城山手 2-8-1 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2004 年 3 月 10 日 (10.03.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語 (72) 発明者; および
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP). (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久我 宣裕 (KUGA, Nobuhiro) [JP/JP]; 〒2430031 神奈川県厚木市戸室 1-5-21 アネストコバ 203 Kanagawa (JP). 廣江 昭彦 (HIROE, Akihiko) [JP/JP]; 〒2200101 神奈川県津久井郡城山町町屋 1-2-41 東京エレクトロン E E 株式会社内 Kanagawa (JP).

[続葉有]

(54) Title: DISTRIBUTOR AND DISTRIBUTING METHOD, PLASMA PROCESSING SYSTEM AND METHOD, AND PROCESS FOR FABRICATING LCD

(54) 発明の名称: 分配器および方法、プラズマ処理装置および方法、並びに、LCD の製造方法



20...MICROWAVE OSCILLATOR

(57) Abstract: A distributor (30) comprising a square waveguide (31) being connected with a microwave oscillator (20), and a square waveguide (41) having a plurality of openings (43) made in a narrow wall (41B). The square waveguide (31) is hollow and a wave delaying member (53) having a dielectric constant ϵ_r is disposed in the square waveguide (41). Narrow walls (31A, 41A) of these two square waveguides (31, 41) are touched and a hole (32) for interconnecting both waveguides (31, 41) is made through the narrow walls (31A, 41A). Since the width of the waveguides (31, 41) does not become narrow at the joint thereof even if the interconnecting hole (32) is made narrow, frequency band capable of passing through the joint is prevented from becoming narrower. Consequently, reflection loss is reduced when the frequency of an electromagnetic wave entering the distributor (30) is varied.

(57) 要約: 分配器 (30) は、マイクロ波発振器 (20) に接続される方形導波管 (31) と、狭壁 (41B) に開口 (43) が複数形成された方形導波管 (41) とを有している。方形導波管 (31) の管内は中空であり、方形導波管 (41) の管内には、比誘電率 ϵ_r の遅波材 (53) が配置されている。方形導波管 (31) と方形導波管 (41) との接合部において、導波管の幅が狭くなるのを防止し、接合部を通過する電磁波の周波数帯域が狭くなるのを防止し、結果として、電磁波が分配器 (30) に入射する際の反射損失を低減する。

[続葉有]



WO 2005/088763 A1



(74) 代理人: 山川 政樹 (YAMAKAWA, Masaki); 〒1000014
東京都千代田区永田町 2 丁目 4 番 2 号 秀和溜池ビ
ル 8 階 山川国際特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が
可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,
KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

3) が配置されている。これら 2 つの方形導波管 (31, 41) の狭壁 (31A, 41A) を接触させ、その狭壁
(31A, 41A) に両導波管 (31, 41) を連通させる連通孔 (32) を形成する。これにより、たとえ連通
孔 (32) の幅を狭くしても、両導波管 (31, 41) の接続部において管幅は狭くならないので、接続部を通過
可能な周波数帯域の狭帯域化が抑制される。その結果、分配器 (30) に入力される電磁波の周波数が変動したと
きに生じる反射損失が小さくなる。

明 細 書

分配器および方法、プラズマ処理装置および方法、並びに、LCDの製造方法

技術分野

本発明は、分配器およびプラズマ処理装置に関し、特に、2つの方形導波管を用いる電磁波の分配器およびそれを用いたプラズマ処理装置に関する。

背景技術

LCD (liquid crystal display) などのフラットパネルディスプレイや半導体装置の製造において、エッチング、アッシング、またCVD (Chemical Vapor Deposition) などの処理を行うために、プラズマ処理装置が広く用いられている。プラズマ処理装置の一つに、処理容器内にマイクロ波を供給することにより、処理容器内のガスを電離、励起、解離させてプラズマを生成するマイクロ波プラズマ処理装置がある。

図11は、従来のプラズマ処理装置の全体構成を示す縦断面図である。このプラズマ処理装置は、平面視方形をした有底筒状の処理容器1を有している。処理容器1はAlなどの金属で形成される。処理容器1の底面中央部には載置台2が配設されている。載置台2の上面には、被処理体としてLCD基板3などが配置される。載置台2には、マッチングボックス4を介して高周波電源5が接続されている。

処理容器1の底面周縁部には、真空排気用の排気口6が設けられ、処理容器1の側壁には、処理容器1内にガスを導入するガス導入口7が設けられている。例えばプラズマ処理装置がエッチング装置として用いられる場合には、Arなどのプラズマガスと、CF₄などの反応ガスとが導入される。

処理容器1の上部開口は、そこからマイクロ波を導入しつつ、処理容器1内部の減圧を保つために、石英ガラスなどからなる誘電体板8で閉塞されている。なお、処理容器1の側壁上面と誘電体板8との間にOリングを介在させ、処理容器

1内の気密性を確保している。

誘電体板8の上方には、処理容器1内にマイクロ波を供給するマイクロ波供給装置110が配置されている。

図12は、従来のマイクロ波供給装置110の構成を示す横断面図である。マイクロ波供給装置110は、マイクロ波発振器120と、マイクロ波分配器130と、アンテナ構成体150とから構成されている。

ここで、アンテナ構成体150は、複数の放射用導波管151A, 151B, 151C, 151D, 151E, 151Fを有している。放射用導波管151A～151Fのそれぞれは方形導波管からなる。方形導波管は、軸線に垂直な断面が長方形をした導波管であり、マイクロ波をTE₁₀モードで伝送できる。TE₁₀モードでは、上記断面の長辺を含む管壁すなわち広壁に平行に磁界ができ、短辺を含む管壁すなわち狭壁に平行に電界ができる。放射用導波管151A～151Fのそれぞれ広壁には、放射用スロット152が複数形成されている。放射用導波管151A～151Fのそれぞれに入力されたマイクロ波は、放射用スロット152を介して処理容器1内に放射され、プラズマ生成に利用される。

また、放射用導波管151A～151Fの管内には、誘電体（比誘電率 ϵ_r (>1)）からなる遅波材153が配置されている。これにより、管内波長 λ_g が $1/(\epsilon_r)^{1/2}$ になるので、管内波長 λ_g に基づいて設定される放射用スロット152の間隔を短くし、プラズマ密度の分布を均一化することができる。

マイクロ波分配器130は、方形導波管からなるマイクロ波導波管131および給電用導波管141を有し、マイクロ波発振器120から入力されるマイクロ波を、アンテナ構成体150の放射用導波管151A～151Fのそれぞれに分配する。マイクロ波導波管131の入力端は、マイクロ波発振器120に接続され、出力端は、給電用導波管141の一方の狭壁141Aの中央部に接続されている。狭壁141Aの中央部には、両導波管131, 141を連通させる連通孔132が形成されている（例えば、中島将光著「マイクロ波工学」森北出版、p. 123を参照）。また、給電用導波管141の他方の狭壁141Bには、給電用導波管141と放射用導波管151A～151Fと連通させる開口143が複数形成されている。

マイクロ波導波管 1 3 1 と連通させる連通孔 1 3 2 に一部でも対向する開口 1 4 3 があると、その開口 1 4 3 を介して放射用導波管に出力されるマイクロ波が増え、放射用導波管 1 5 1 A ～ 1 5 1 F のそれぞれへのマイクロ波の分配に偏りが生じる。このため、マイクロ波導波管 1 3 1 と連通させる連通孔 1 3 2 が、放射用導波管 1 5 1 A ～ 1 5 1 F と連通させる開口 1 4 3 と対向しないように、マイクロ波導波管 1 3 1 と給電用導波管 1 4 1 との接続部にアイリス 1 4 7 A, 1 4 7 B を設け、連通孔 1 3 2 の幅をマイクロ波導波管 1 3 1 の管幅よりも狭めている。

なお、マイクロ波導波管 1 3 1 の管内は中空であり、給電用導波管 1 4 1 の管内には遅波材 1 5 3 が配置されている。

上述したように、従来のプラズマ処理装置では、マイクロ波導波管 1 3 1 と給電用導波管 1 4 1 との接続部にアイリス 1 4 7 A, 1 4 7 B を設けることにより、接続部で管幅が狭くなり、接続部を通過可能な周波数帯域が狭帯域化してしまう。特に、中空のマイクロ波導波管 1 3 1 と遅波材 1 5 3 が配置された給電用導波管 1 4 1 とを接続する場合のように、管内の比誘電率の差が大きいほど、周波数帯域の狭帯域化の傾向は更に顕著になる。このため、マイクロ波発振器 1 2 0 の発振周波数が多少変動しただけで、両導波管 1 3 1, 1 4 1 の接続部を通過できずに反射される電力が増え、導波管 1 3 1, 1 4 1 からなるマイクロ波分配器 1 3 0 における反射損失が大きくなるという問題があった。

発明の開示

本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、分配器に入力されるマイクロ波などの電磁波の周波数が変動したときに生じる反射損失を小さくすることにある。

このような目的を達成するために、本発明に係る分配器は、電磁波を出力する発振器と、この発振器に接続される第 1 の方形導波管と、開口が複数形成された第 2 の方形導波管とを備え、第 1 の方形導波管と第 2 の方形導波管とは、それぞれの方の狭壁に形成された連通孔を介して連通していることを特徴とする。

また、本発明に係るプラズマ処理装置は、被処理体を載置する載置台と、この

載置台を収容する処理容器と、スロットが形成された複数の放射用導波管を有するアンテナ構成体と、放射用導波管のそれぞれに電磁波を分配する分波器とを備え、この分波器は、電磁波を出力する発振器と、この発振器に接続される第1の方形導波管と、複数形成された開口を介して放射用導波管のそれぞれの一端に接続される第2の方形導波管とを備え、第1の方形導波管と第2の方形導波管とは、それぞれの一方の狭壁に形成された連通孔を介して連通していることを特徴とする。

また、本発明に係る分配方法は、第1の方形導波管を伝播する電磁波を、第1の方形導波管および第2の方形導波管のそれぞれの一方の狭壁に形成された連通孔を介して第2の方形導波管に導入するステップと、第2の方形導波管に導入された電磁波を第2の方形導波管に複数形成された開口を介して複数の導波管に分配するステップとを備えることを特徴とする。

また、本発明に係るプラズマ処理方法は、第1の方形導波管を伝播する電磁波を、第1の方形導波管および第2の方形導波管のそれぞれの一方の狭壁に形成された連通孔を介して第2の方形導波管に導入するステップと、第2の方形導波管に導入された電磁波を第2の方形導波管に複数形成された開口を介して複数の放射用導波管に分配するステップと、放射用導波管に導入された電磁波を放射用導波管に形成されたスロットを介して処理容器に供給するステップと、処理容器に供給された電磁波によって生成されるプラズマを利用して、処理容器の内部に配置された被処理体を処理するステップとを備えることを特徴とする。

また、本発明に係るLCDの製造方法は、第1の方形導波管を伝播する電磁波を、第1の方形導波管および第2の方形導波管のそれぞれの一方の狭壁に形成された連通孔を介して第2の方形導波管に導入するステップと、第2の方形導波管に導入された電磁波を第2の方形導波管に複数形成された開口を介して複数の放射用導波管に分配するステップと、放射用導波管に導入された電磁波を放射用導波管に形成されたスロットを介して処理容器に供給するステップと、処理容器に供給された電磁波によって生成されるプラズマを利用し、処理容器の内部に配置されたLCD基板の表面にエッチング、アッシング、酸化、窒化またはCVDの処理を施すステップとを備えることを特徴とする。

図面の簡単な説明

図 1 は、第 1 の実施例に係るプラズマ処理装置の全体構成を示す縦断面図である。

図 2 は、マイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。

図 3 は、マイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。

図 4 は、接続構造の数値解析に用いた各部の寸法を示す図である。

図 5 は、接続構造の反射損失に関する特性図である。

図 6 は、第 2 の実施例に係るマイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。

図 7 は、第 3 の実施例に係るマイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。

図 8 は、第 4 の実施例に係るマイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。

図 9 は、第 5 の実施例に係るマイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。

図 10 は、放射用導波管の終端付近を拡大して示す図である。

図 11 は、従来のプラズマ処理装置の全体構成を示す縦断面図である。

図 12 は、従来のマイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の図面において、図 11 および図 12 に示した構成要素に相当する構成要素については図 11 および図 12 と同一符号で示し、適宜その説明を省略する。

第 1 の実施例

図 1 は、本発明の第 1 の実施例に係るプラズマ処理装置の全体構成を示す縦断面図である。このプラズマ処理装置は、被処理体として LCD 基板 3 などを載置する載置台 2 と、載置台 2 を収容する平面視方形をした有底筒状の処理容器 1 と、処理容器 1 の上部開口を閉塞する誘電体板 8 と、誘電体板 8 を介して外部から処理容器 1 内に電磁波としてマイクロ波を供給するマイクロ波供給装置 10 とを有している。

図 2 および図 3 は、マイクロ波供給装置 10 の構成を示す横断面図である。図 2 は、図 1 における II-II' 線方向の断面を示し、図 3 は、図 2 から遅波材 53

を除いた構成を示している。なお、一部の構成要素は機能ブロックで示している。

マイクロ波供給装置 10 は、マイクロ波発振器 20 と、マイクロ波分配器 30 と、アンテナ構成体 50 とから構成されている。

ここで、マイクロ波発振器 20 は、周波数が例えば 2.45 GHz のマイクロ波を出力する発振器であり、例えばマグネトロンなどからなる。

マイクロ波分配器 30 は、マイクロ波発振器 20 から入力されるマイクロ波を、アンテナ構成体 50 の複数の放射用導波管 51A, 51B, 51C, 51D, 51E, 51F のそれぞれに分配する。その構成については、後で詳しく説明する。

アンテナ構成体 50 の放射用導波管 51A～51F は、それぞれ方形導波管からなり、入力端（一端）はマイクロ波分配器 30 に接続され、終端（他端）はショートされ、広壁（H面）には放射用スロット 52 が複数形成されている。放射用スロット 52 の一例として、図 3 に示すようなクロススロットが用いられる。クロススロットは、対をなす 2 個のスロットを互いの中心で交差させて円偏波を放射するようにしたものであり、管内波長 λ_g の略自然数倍の間隔で配置される。なお、放射用導波管 51A～51F の管内には、図 2 に示すように、誘電体（比誘電率 $\epsilon_r (>1)$ ）からなる遅波材 53 が配置されている。このような放射用導波管 51A～51F が、放射用スロット 52 が形成された広壁を載置台 2 に対向させた状態で、管軸方向（マイクロ波の進行方向）に直交する幅方向に整列配置されている。

以上のような構成のプラズマ処理装置において、マイクロ波発振器 20 から出力されたマイクロ波は、マイクロ波分配器 30 によりアンテナ構成体 50 の放射用導波管 51A～51F のそれぞれに分配される。放射用導波管 51A～51F の入力端から導入されたマイクロ波は、終端に向かって伝播しながら、広壁に複数形成された放射用スロット 52 から徐々に放射され、誘電体板 8 を透過して処理容器 1 内に供給される。処理容器 1 内に供給されたマイクロ波の電界により電子が加速され、処理容器 1 内のガスが電離、励起、解離され、プラズマが生成される。このプラズマにより、載置台 2 上の LCD 基板 3 の表面にエッチング、アッシング、酸化、窒化または CVD などの処理が施される。

次に、マイクロ波分配器 30 の構成について更に説明する。マイクロ波分配器

30は、マイクロ波発振器20から入力されるマイクロ波を導く第1の方形導波管からなるマイクロ波導波管31と、マイクロ波導波管31により導かれたマイクロ波を放射用導波管51A～51Fのそれぞれに分配する第2の方形導波管からなる給電用導波管41とを有している。

ここで、マイクロ波導波管31は、入力端（一端）がマイクロ波発振器20に接続され、終端（他端）34がショートされている。

このマイクロ波導波管31と給電用導波管41とは、それぞれの一方の狭壁（E面）31Aと41Aとが対向するように平行に配置される。この際、狭壁31Aと41Aとが接触しているか、または、狭壁31Aと41Aとが図2および図3に示すように同一の導体板63で形成されていることが望ましい。このような狭壁31A、41Aに、両導波管31、41を連通させる連通孔32が形成されている。連通孔32は略長形状をしているが、その他の形状であってもよい。本実施例では、給電用導波管41の狭壁41Aの中央部に連通孔32が位置している。この連通孔32を介して、マイクロ波導波管31を伝播するマイクロ波が、給電用導波管41に導入される。

給電用導波管41の両端はショートされている。また、連通孔32が形成された狭壁41Aに対向する他方の狭壁41Bには、給電用導波管41を放射用導波管51A～51Fと連通させる開口43が複数形成されている。これらの開口43を介して、給電用導波管41に導入されたマイクロ波が、放射用導波管51A～51Fのそれぞれに分配される。マイクロ波が均等に分配されるように、開口43の幅が調整される。また、開口43と連通孔32とが対向しないように、連通孔32の幅が調整される。

その結果、たとえ連通孔32の幅が狭くなったとしても、上述したように連通孔32をマイクロ波導波管31および給電用導波管41のそれぞれの狭壁31A、41Aに形成することにより、両導波管31、41の接続部において管幅が狭くならないので、接続部を通過可能な周波数帯域の狭帯域化を抑制することができる。よって、マイクロ波の周波数が変動したときに接続部を通過できずに反射される電力を低減し、マイクロ波分配器30における反射損失を小さくすることができる。

本実施例では、マイクロ波導波管 3 1 の管内が中空であるのに対し、給電用導波管 4 1 の管内には放射用導波管 5 1 A～5 1 F の管内と同じく遅波材 5 3 が配置され、両導波管 3 1, 4 1 の管内の比誘電率が互いに異なっている。しかし、このような場合にも、連通孔 3 2 を両導波管 3 1, 4 1 の狭壁 3 1 A, 4 1 A に形成することにより、マイクロ波分配器 3 0 における反射損失の低減が可能である。

また、マイクロ波分配器 3 0 では、マイクロ波導波管 3 1 の管内に、マイクロ波導波管 3 1 の他方の狭壁 3 1 B から連通孔 3 2 に向かって突出する誘導壁 3 3 が設けられている。誘導壁 3 3 は、マイクロ波導波管 3 1 の上下の広壁の間に延在している。連通孔 3 2 の略中央部に向かって狭壁 3 1 B から垂直に突出する誘導壁 3 3 の場合には、その突出長 h_1 を例えばマイクロ波導波管 3 1 の管内波長 λ_g の略 $1/2$ 程度にしてもよい。このような誘導壁 3 3 を設け、マイクロ波導波管 3 1 を伝播するマイクロ波を連通孔 3 2 の方向に誘導することにより、マイクロ波が連通孔 3 2 を介して給電用導波管 4 1 に導入され易くなる。

しかし、誘導壁 3 3 を設けると、そこでマイクロ波が反射され、マイクロ波導波管 3 1 を逆進する反射波が生じる。そこで、この反射波をマイクロ波導波管 3 1 の終端 3 4 で反射された反射波で相殺する。例えば、連通孔 3 2 の正面付近の位置に誘導壁 3 3 を設け、誘導壁 3 3 から管内波長 λ_g の略 $1/2$ の整数倍程度はなれた位置に終端 3 4 を置く。これにより、マイクロ波導波管 3 1 と給電用導波管 4 1 との接続部における反射を抑制し、マイクロ波分配器 3 0 における反射損失を更に小さくすることができる。

一方、給電用導波管 4 1 の管内には、連通孔 3 2 の中央部の近傍に導体柱 4 5 が設けられている。導体柱 4 5 は、給電用導波管 4 1 の上下の広壁の間に延在している。導体柱 4 5 の直径および配置などにより、連通孔 3 2 を介して給電用導波管 4 1 に導入されるマイクロ波が、給電用導波管の一端側または他端側へ分配される割合を調整することができる。また、給電用導波管 4 1 に導入されたマイクロ波が反射され、マイクロ波導波管 3 1 に戻ることを抑制することができる。したがって、マイクロ波分配器 3 0 における反射損失を更に小さくすることができる。

給電用導波管 4 1 の管内にはまた、狭壁 4 1 A から開口 4 3 のそれぞれに向かって突出する誘導壁 4 4 が複数設けられている。誘導壁 4 4 は、給電用導波管 4 1 の上下の広壁の間に延在している。このような誘導壁 4 4 を設け、給電用導波管 4 1 を伝播するマイクロ波を開口 4 3 の方向に誘導することにより、マイクロ波が開口 4 3 を介して放射用導波管 5 1 A ～ 5 1 F のそれぞれに導入され易くなる。したがって、マイクロ波分配器 3 0 から放射用導波管 5 1 A ～ 5 1 F のそれぞれにマイクロ波を効率よく供給することができる。

このような構成のマイクロ波分配器 3 0 において、各部の寸法を図 4 に示すように設定し、マイクロ波導波管 3 1 から給電用導波管 4 1 にマイクロ波を供給する場合の反射損失に関する数値解析を行った。その結果、図 5 に示すような特性図が得られた。すなわち、中心周波数 $f_0 = 2.45 \text{ GHz}$ において反射損失は -20 dB であり、反射損失が -15 dB 以下となる比帯域は 2.3% となり、周波数帯域の狭帯域化が抑制されることがわかった。

したがって、マイクロ波分配器 3 0 を用いることにより、マイクロ波の周波数変動したときのマイクロ波分配器 3 0 における反射を抑制し、放射用導波管 5 1 A ～ 5 1 F のそれぞれにマイクロ波を効率よく供給することができる。その結果、マイクロ波を効率よく処理容器 1 内に供給し、マイクロ波によって生成されるプラズマを利用した処理を効率よく行うことができる。

なお、本実施例では、給電用導波管 4 1 および放射用導波管 5 1 A ～ 5 1 F は、互いに離間して平行に配置された平面視方形の 2 枚の平板 6 1, 6 2 とこれらの平板 6 1, 6 2 の周縁部を接続する側壁 6 3, 6 4, 6 5, 6 6 とからなる箱体の内部を、側壁 6 3 から略 $\lambda_g/2$ だけ離間した位置に側壁 6 3, 6 5 と平行に配設された仕切り板 6 7 で仕切り、仕切り板 6 7 と側壁 6 5 とに挟まれた領域を、側壁 6 4, 6 6 と平行に配設された 5 つの仕切り板 6 8 で略 $\lambda_g/2$ 間隔で仕切ることによって形成される。なお、平板 6 1, 6 2、側壁 6 3 ～ 6 6 および仕切り板 6 7, 6 8 は、銅などの導体で形成される。

この場合、平板 6 1, 6 2 がそれぞれ給電用導波管 4 1 および放射用導波管 5 1 A ～ 5 1 F の広壁となり、側壁 6 3 が給電用導波管 4 1 の一方の狭壁 4 1 A となり、仕切り板 6 7 が給電用導波管 4 1 の他方の狭壁 4 1 B となり、側壁 6 5 が

放射用導波管 5 1 A～5 1 F の終端面となり、側壁 6 4, 6 6 のそれぞれの一部が給電用導波管 4 1 の両端面となり、側壁 6 4, 6 6 のそれぞれの他部および仕切り板 6 8 が放射用導波管 5 1 A～5 1 F の狭壁となる。そして、側壁 6 3 の中央部に連通孔 3 2 が形成され、仕切り板 6 7 に開口 4 3 が複数形成される。また、載置台 2 に対向する平板 6 2 に放射用スロット 5 2 が複数形成される。

第 2 の実施例

図 6 は、本発明の第 2 の実施例に係るマイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。このマイクロ波供給装置 1 1 におけるマイクロ波分配器 3 0 A では、平面視 L 字形をしたマイクロ波導波管 3 6 が用いられている。その他の部分は、第 1 の実施例におけるマイクロ波分配器 3 0 と同じである。すなわち、マイクロ波導波管 3 6 と給電用導波管 4 1 とを連通させる連通孔 3 2 と、マイクロ波導波管 3 6 内の誘導壁 3 3 と、マイクロ波導波管 3 6 の終端 3 4 と、給電用導波管 4 1 内の導体柱 4 5 とが、第 1 の実施例と同様に設けられている。したがって、第 1 の実施例と同様に、マイクロ波の周波数が変動したときのマイクロ波分配器 3 0 における反射損失を小さくすることができる。

第 3 の実施例

図 7 は、本発明の第 3 の実施例に係るマイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。このマイクロ波供給装置 1 2 では、放射用スロット 5 2 の間隔を短くするため、放射用導波管 5 1 A～5 1 F および給電用導波管 4 1 の管内に、アルミナなどの比誘電率が比較的高い誘電体からなる遅波材 5 3 が配置されている。一方、マイクロ波導波管 3 6 の管内の連通孔 3 2 に近い領域には、遅波材 5 3 よりも比誘電率が低い石英などの誘電体からなる遅波材 3 7 が配置されている。連通孔 3 2 から離れた領域は中空のままである。

マイクロ波導波管 3 6 と給電用導波管 4 1 との接続部を通過可能な周波数帯域は、接続部における比誘電率の変化が大きくなるにしたがって狭帯域化する傾向にある。したがって、上述したようにしてマイクロ波導波管 3 6 の管内の連通孔 3 2 に近い領域の比誘電率を、連通孔 3 2 から離れた領域の比誘電率と給電用導波管 4 1 の管内の比誘電率との間の値にすることにより、両導波管 3 6, 4 1 の接続部における比誘電率の変化を緩和し、接続部を通過可能な周波数帯域の狭帯

域化を抑制することができる。よって、マイクロ波の周波数が変動したときに接続部を通過できずに反射される電力を低減し、マイクロ波分配器 30B における反射損失を小さくすることができる。

なお、3種類以上の遅波材を用い、マイクロ波導波管 36 および給電用導波管 41 の管内における比誘電率の変化が3段階以上となるようにしてもよい。

第4の実施例

図8は、本発明の第4の実施例に係るマイクロ波供給装置の構成を示す横断面図である。このマイクロ波供給装置 13 は、第2の実施例に係るマイクロ波供給装置 11 を複数組み合わせ構成したものである。より具体的には、8個のマイクロ波供給装置 11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11F, 11G, 11H から構成されている。マイクロ波供給装置 11A～11H は、それぞれのアンテナ構成体 50 の放射用スロット 52 が形成される面（放射用導波管 51A～51F の広壁）が同一平面を構成するように配置されている。図8に示す例では、マイクロ波供給装置 11A～11D は、アンテナ構成体 50 の側壁 64 と 66 とが対向するように配置されている。マイクロ波供給装置 11E～11H についても同じである。また、マイクロ波供給装置 11A と 11E とは、アンテナ構成体 50 の側壁 65 同士が対向するように配置されている。マイクロ波供給装置 11B と 11F, 11C と 11G, 11D と 11H についても同じである。

本実施例のように複数のマイクロ波供給装置 11A～11H を用いて処理容器 1 内に電力供給することにより、1個の高出力発振器を用いたときと同等の電力供給を複数の低出力発振器を用いて実現することができる。したがって、大口径の処理容器 1 を用いてプラズマ処理を行うときなど、処理容器 1 に大電力を供給しなければならない場合でも、低出力で価格が安いマイクロ波発振器 20 を複数用いることにより、プラズマ処理装置全体の製造コストを低減することができる。

なお、本実施例では、第2の実施例に係るマイクロ波供給装置 11 を複数組み合わせる例について説明したが、他の実施例に係るマイクロ波供給装置 10, 12, 14 を複数組み合わせてもよい。

第5の実施例

図9は、本発明の第5の実施例に係るマイクロ波供給装置の構成を示す横断面

図である。このマイクロ波供給装置 14 のアンテナ構成体 70 は、第 1 の実施例における放射用導波管 51A～51F と同様の放射用導波管 71A～71F を有している。以下、放射用導波管 71A～71F を代表して、放射用導波管 71 という。

図 10 は、放射用導波管 71 の終端付近を拡大して示す図である。放射用導波管 71 には、放射用スロット 52 が形成された広壁の終端側に定在波励振スロット 72 が形成されている。定在波励振スロット 72 は、放射用導波管 71 の入力端から終端へ向かう進行波と、終端で入力端側へ反射された反射波とからできる定在波により励振されるスロットである。よって、定在波励振スロット 72 は、定在波の振幅が最大となる位置、すなわち終端から管内波長 λ_g の略 $1/2$ の自然数倍程度離れた位置に配置されることが望ましい。本実施例では、終端から略 $\lambda_g/2$ の位置に配置されている。また、本実施例では、定在波励振スロット 72 としてクロススロットが用いられている。

このような定在波励振スロット 72 を形成することにより、放射用導波管 71 の終端で反射された反射波が外部に放射され、管内を逆進する反射波が低減される。その結果、進行波により励振される放射用スロット 52 が設計どおりに動作するので、放射用導波管 71 を伝播するマイクロ波を放射用スロット 52 を介して効率よく処理容器 1 内に供給し、マイクロ波によって生成されるプラズマを利用した処理を効率よく行うことができる。

しかし、定在波励振スロット 72 を形成しただけでは、放射用スロット 52 から正面方向（放射用スロット 52 が形成された広壁の法線方向）に円偏波を放射することができない。その理由は、定在波励振スロット 72 による反射波の低減が不十分であるからだと考えられる。そこで、本実施例では、定在波励振スロット 72 とその隣の放射用スロット 52 との間に、進行波の一部を入力端側に反射する反射部材 73 が設けられている。反射部材 73 は、放射用導波管 71 のそれぞれの狭壁から垂直に突出する 2 つの反射壁 73A、73B からなる。反射壁 73A、73B は、放射用導波管 71 の上下の広壁の間に延在している。反射壁 73A、73B を、定在波励振スロット 72 の中心位置とこの中心位置から入力端側に向かって略 λ_g 程度はなれた位置との間の適当な位置に配置し、その突出長を

調整することにより、反射壁 73A, 73B で反射された反射波で、放射用導波管 71 の終端または定在波励振スロット 72 で反射された反射波を相殺することができる。

本実施例について数値解析を行ったので、その結果を示す。定在波励振スロット 72 として、長さが $0.286\lambda_0$, $0.376\lambda_0$ (λ_0 : 自由空間波長) の 2 個のスロットを互いの中心で直交させたクロススロットを用い、放射用導波管 71 の内外の比誘電率 ϵ_r を 3.5 とする。反射壁 73A, 73B を設けない場合には、周波数 2.45 GHz において -10 dB の反射が存在した。これに対し、定在波励振スロット 72 から距離 $d_i = 0.134\lambda_0$ の位置に反射壁 73A, 73B を設けると、反射は -30 dB 以下に低減された。さらに、定在波励振スロット 72 とその隣の放射用スロット 52 との間隔 d_m を $0.855\lambda_g$ とすると、正面方向に円偏波を放射できるという結果が得られた。なお、このときの円偏波の軸比は -2.14 dB、反射係数は 27.4 dB であった。

このように、反射壁 73A, 73B を設けることにより、放射用スロット 52 から正面方向にマイクロ波を放射することができる。すなわち、アンテナ構成体 70 から載置台 2 の方向にマイクロ波を放射することが可能となる。その結果、載置台 2 の直上にプラズマが生成されるので、プラズマ処理装置の設計が容易になる。

請 求 の 範 囲

1. 電磁波を出力する発振器と、

この発振器に接続される第1の方形導波管と、

開口が複数形成された第2の方形導波管とを備え、

前記第1の方形導波管と前記第2の方形導波管とは、それぞれの一方の狭壁に形成された連通孔を介して連通していることを特徴とする分配器。

2. 請求の範囲第1項に記載された分配器において、

前記第1の方形導波管は、他方の狭壁から前記連通孔に向かって突出しかつ前記第1の方形導波管を伝播する電磁波を前記連通孔の方向に誘導する誘導壁を備えることを特徴とする分配器。

3. 請求の範囲第2項に記載された分配器において、

前記誘導壁で反射され前記第1の方形導波管を逆進する電磁波と前記第1の方形導波管の端部で反射された電磁波とは、互いに相殺されることを特徴とする分配器。

4. 請求の範囲第3項に記載された分配器において、

前記誘導壁は、前記連通孔に対向配置され、

前記第1の方形導波管の端部は、前記誘導壁から前記第1の方形導波管の管内波長の略 $1/2$ の整数倍離れた位置に配置されていることを特徴とする分配器。

5. 請求の範囲第1項に記載された分配器において、

前記第2の方形導波管は、前記連通孔の近傍に配置されかつ互いに対向する広壁の間に延在する導体柱を備えることを特徴とする分配器。

6. 請求の範囲第1項に記載された分配器において、

前記第1および第2の方形導波管は、管内の比誘電率が互いに異なることを特徴とする分波器。

7. 被処理体を載置する載置台と、

この載置台を収容する処理容器と、

スロットが形成された複数の放射用導波管を有するアンテナ構成体と、

前記放射用導波管のそれぞれに電磁波を分配する分波器とを備え、
この分波器は、
電磁波を出力する発振器と、
この発振器に接続される第 1 の方形導波管と、
複数形成された開口を介して前記放射用導波管のそれぞれの一端に接続される
第 2 の方形導波管とを備え、

前記第 1 の方形導波管と前記第 2 の方形導波管とは、それぞれの一方の狭壁に
形成された連通孔を介して連通していることを特徴とするプラズマ処理装置。

8. 請求の範囲第 7 項に記載されたプラズマ処理装置において、

前記放射用導波管は、その側壁の他端の側に、前記一端から前記他端へ向かう
進行波と前記他端で前記一端の側へ反射された反射波とからできる定在波により
励振される定在波励振スロットが形成されていることを特徴とするプラズマ処理
装置。

9. 請求の範囲第 8 項に記載されたプラズマ処理装置において、

前記定在波励振スロットは、前記他端から前記一端の側に前記放射用導波管の
管内波長の略 $1/2$ の自然数倍離れた位置に形成されていることを特徴とするプ
ラズマ処理装置。

10. 請求の範囲第 8 項に記載されたプラズマ処理装置において、

前記放射用導波管は、前記定在波励振スロットからみて前記一端の側に配置さ
れかつ前記進行波の一部を前記一端側へ反射することにより前記他端または前記
定在波励振スロットで反射された反射波を相殺する反射部材を備えることを特徴
とするプラズマ処理装置。

11. 請求の範囲第 10 項に記載されたプラズマ処理装置において、

前記反射部材は、前記定在波励振スロットの中心位置とこの中心位置から前記
一端の側に向かって前記放射用導波管の管内波長の略 $3/2$ はなれた位置との間
の所定の位置に配置されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

12. 第 1 の方形導波管を伝播する電磁波を、前記第 1 の方形導波管および第 2
の方形導波管のそれぞれの一方の狭壁に形成された連通孔を介して前記第 2 の方
形導波管に導入するステップと、

前記第2の方形導波管に導入された電磁波を前記第2の方形導波管に複数形成された開口を介して複数の導波管に分配するステップと

を備えることを特徴とする分配方法。

13. 第1の方形導波管を伝播する電磁波を、前記第1の方形導波管および第2の方形導波管のそれぞれの一方の狭壁に形成された連通孔を介して前記第2の方形導波管に導入するステップと、

前記第2の方形導波管に導入された電磁波を前記第2の方形導波管に複数形成された開口を介して複数の放射用導波管に分配するステップと、

前記放射用導波管に導入された電磁波を前記放射用導波管に形成されたスロットを介して処理容器に供給するステップと、

前記処理容器に供給された電磁波によって生成されるプラズマを利用して前記処理容器の内部に配置された被処理体を処理するステップと

を備えることを特徴とするプラズマ処理方法。

14. 第1の方形導波管を伝播する電磁波を、前記第1の方形導波管および第2の方形導波管のそれぞれの一方の狭壁に形成された連通孔を介して前記第2の方形導波管に導入するステップと、

前記第2の方形導波管に導入された電磁波を前記第2の方形導波管に複数形成された開口を介して複数の放射用導波管に分配するステップと、

前記放射用導波管に導入された電磁波を前記放射用導波管に形成されたスロットを介して処理容器に供給するステップと、

前記処理容器に供給された電磁波によって生成されるプラズマを利用し、前記処理容器の内部に配置されたLCD基板の表面にエッチング、アッシング、酸化、窒化またはCVDの処理を施すステップと

を備えることを特徴とするLCDの製造方法。

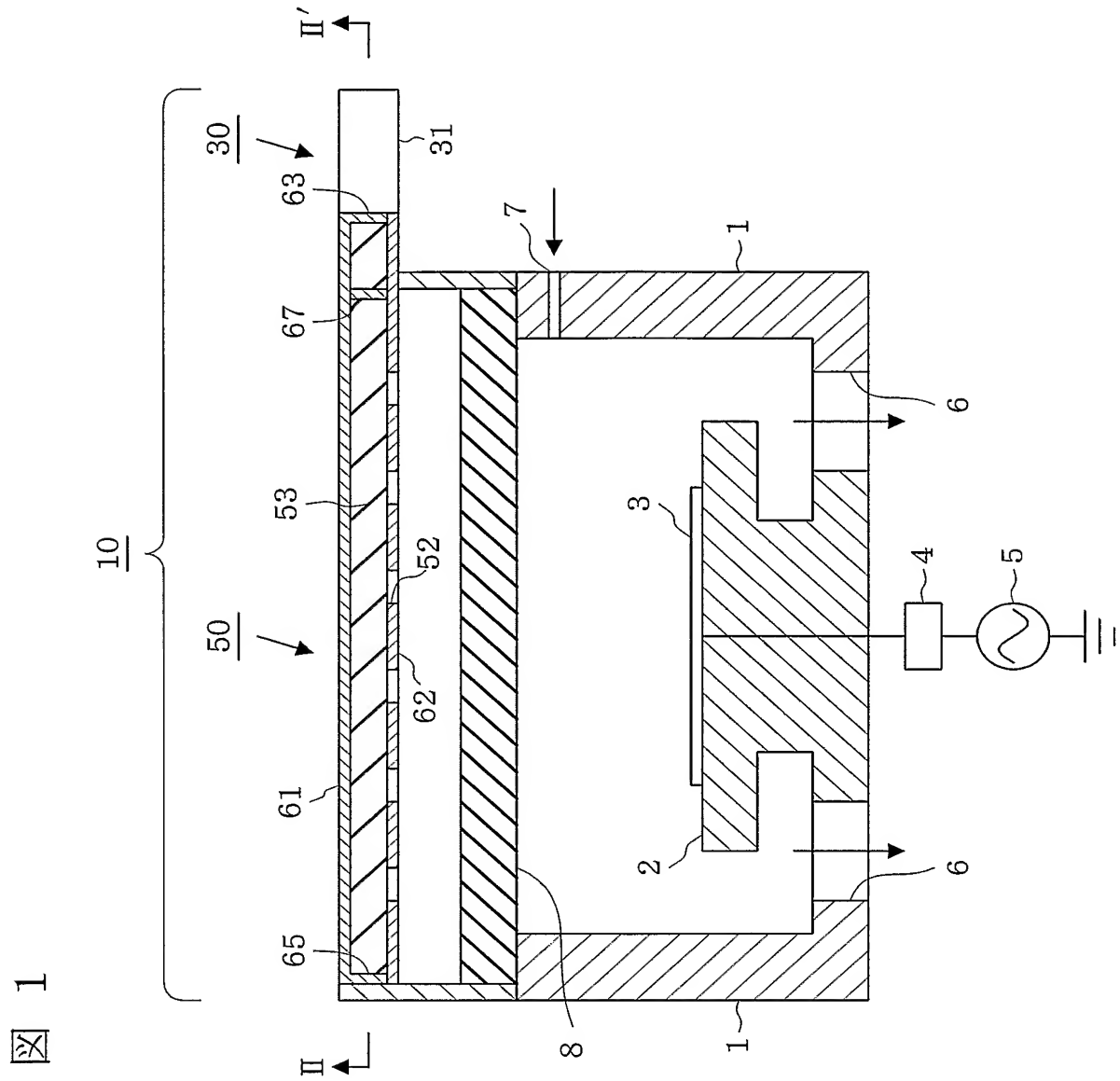
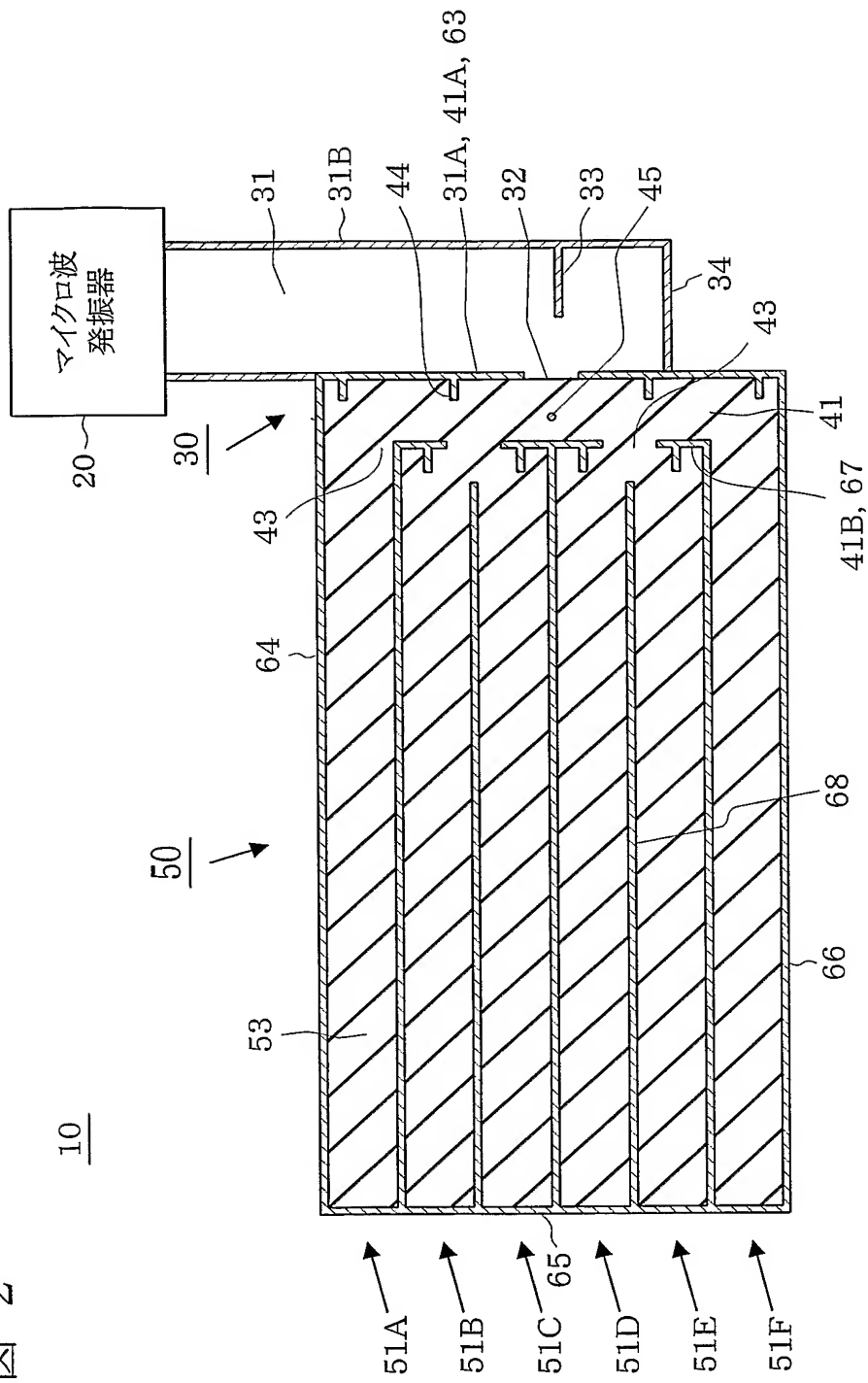


図 2



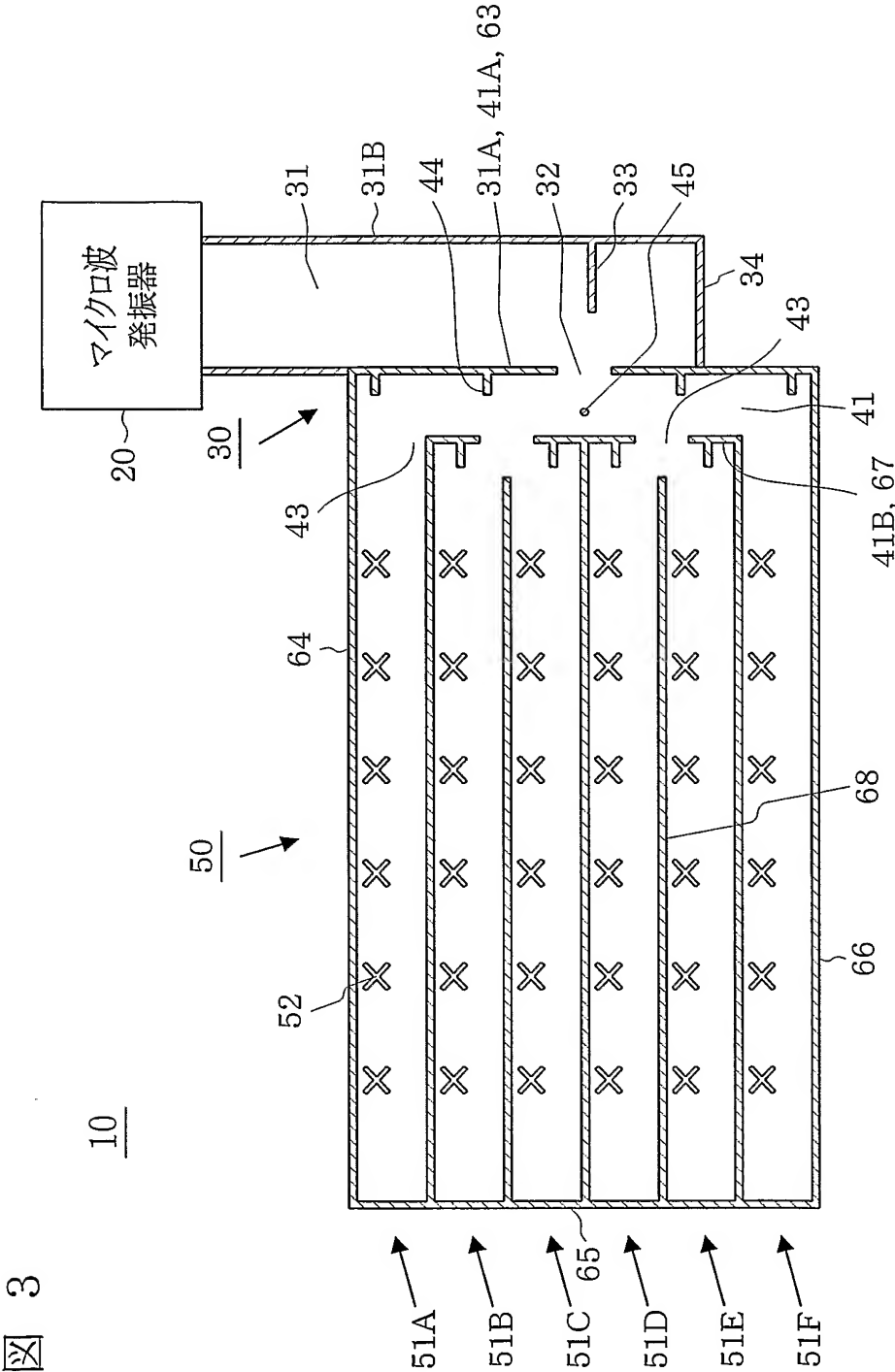


図 4

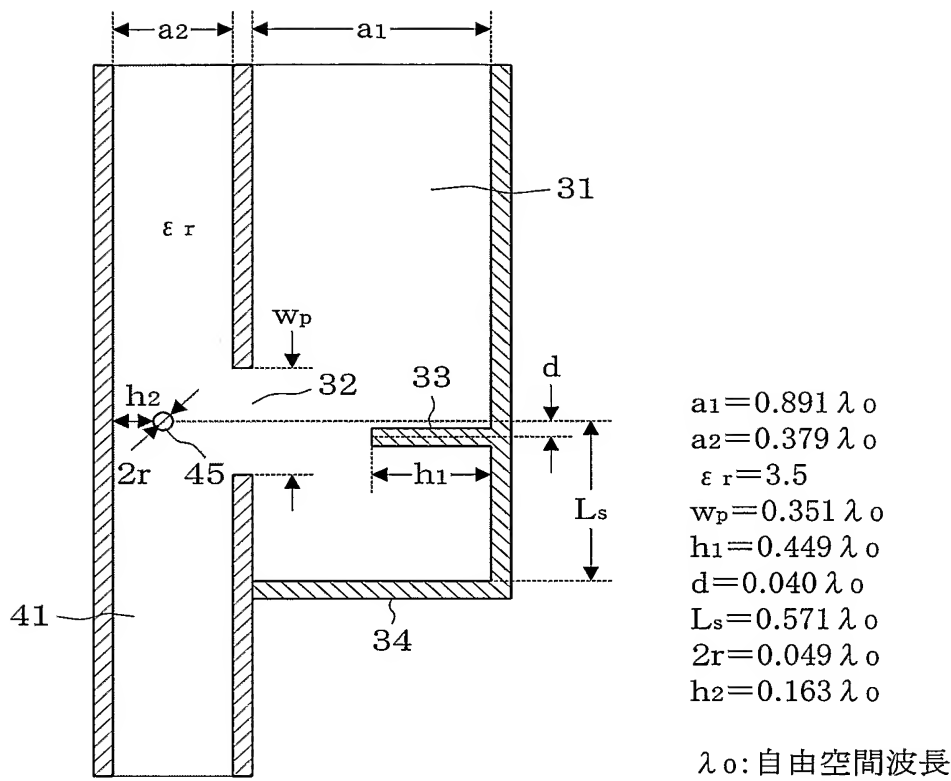
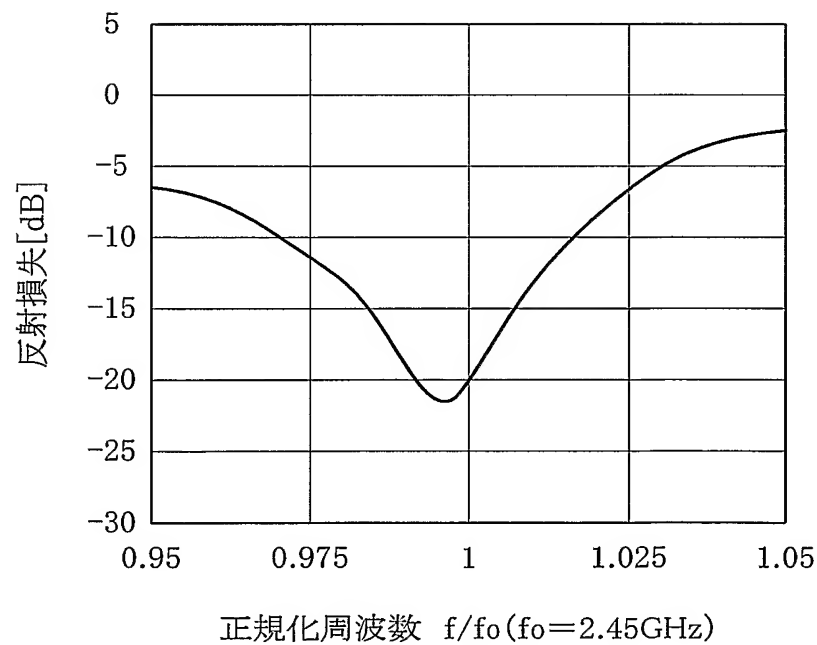


図 5



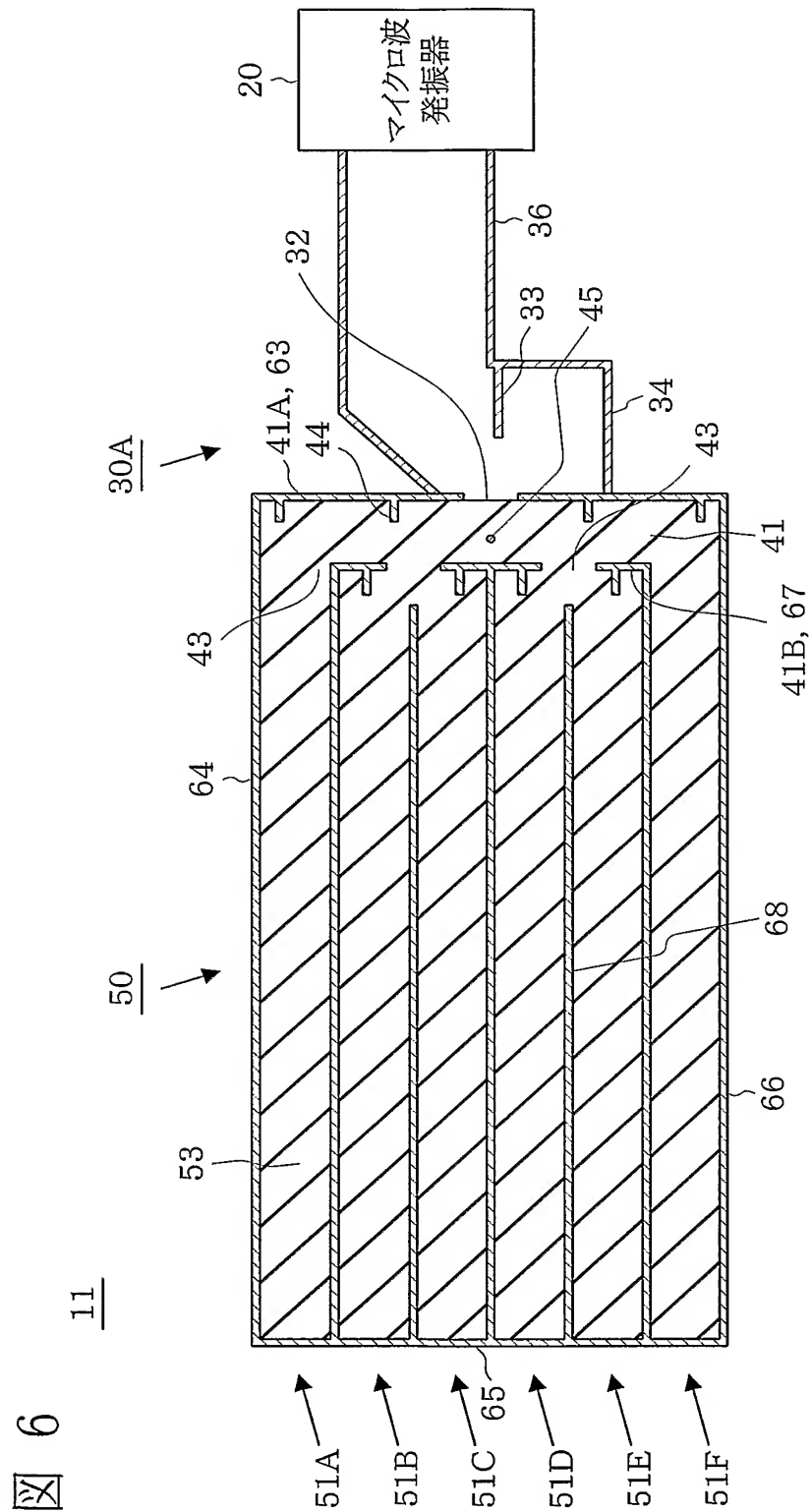


図 7

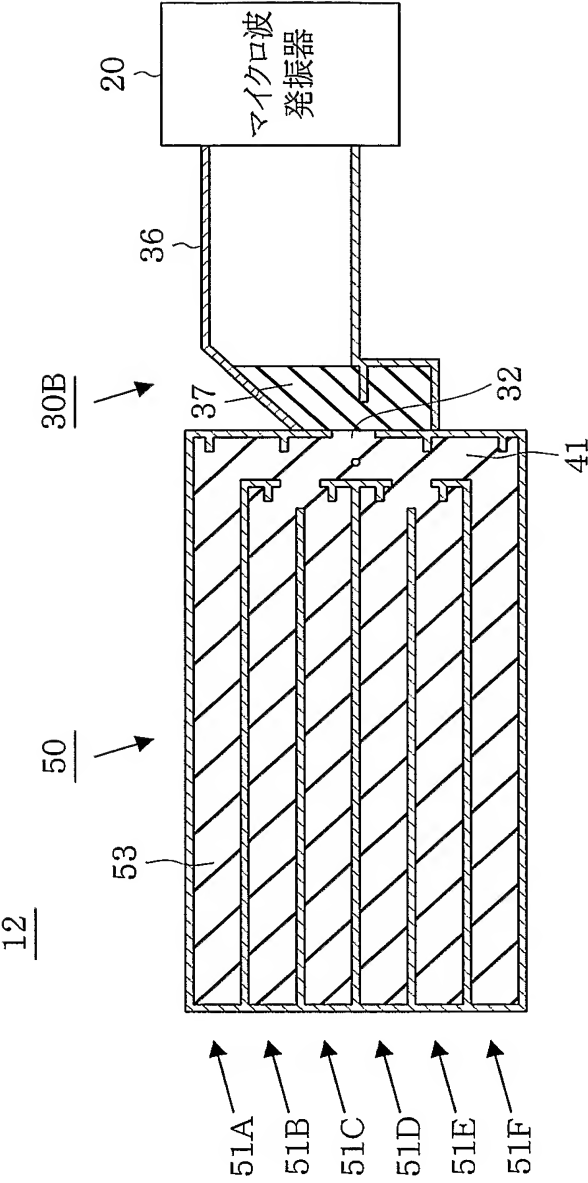


図 8

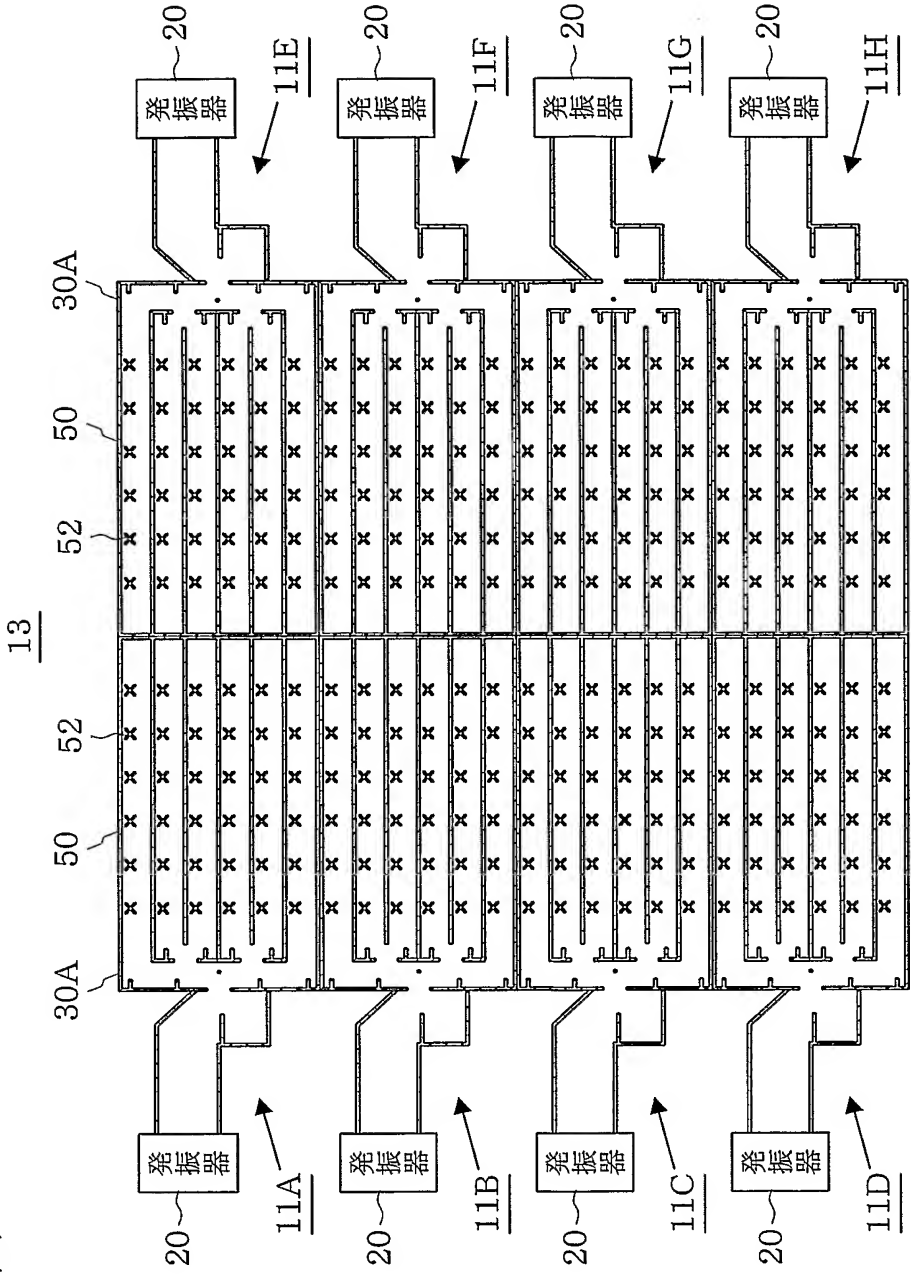


図 9

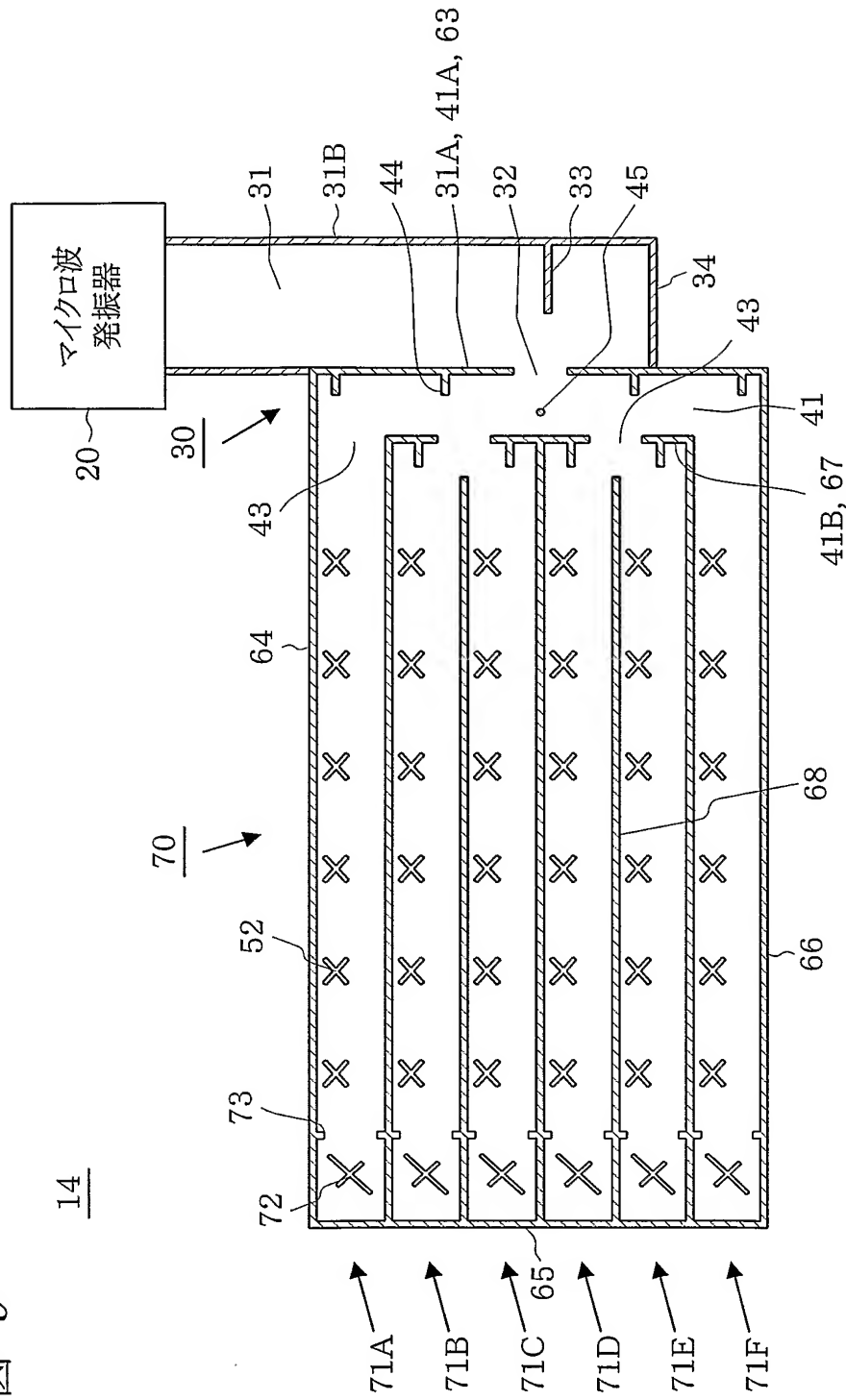


図 10

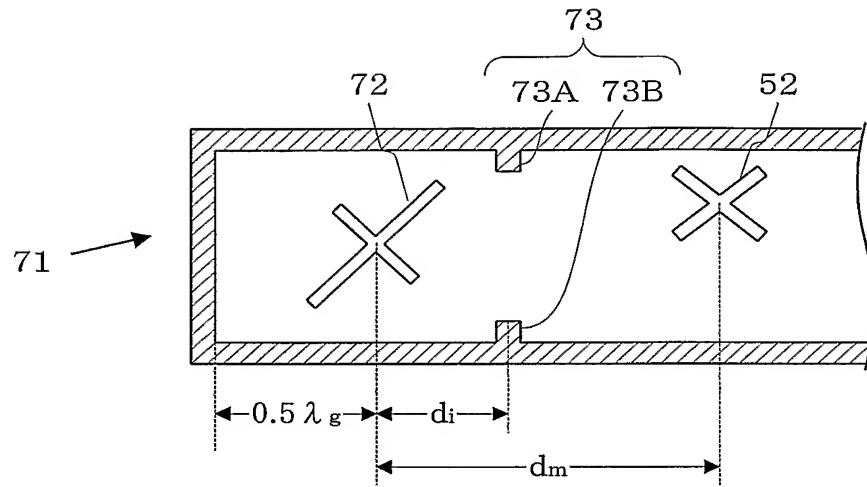


図 11

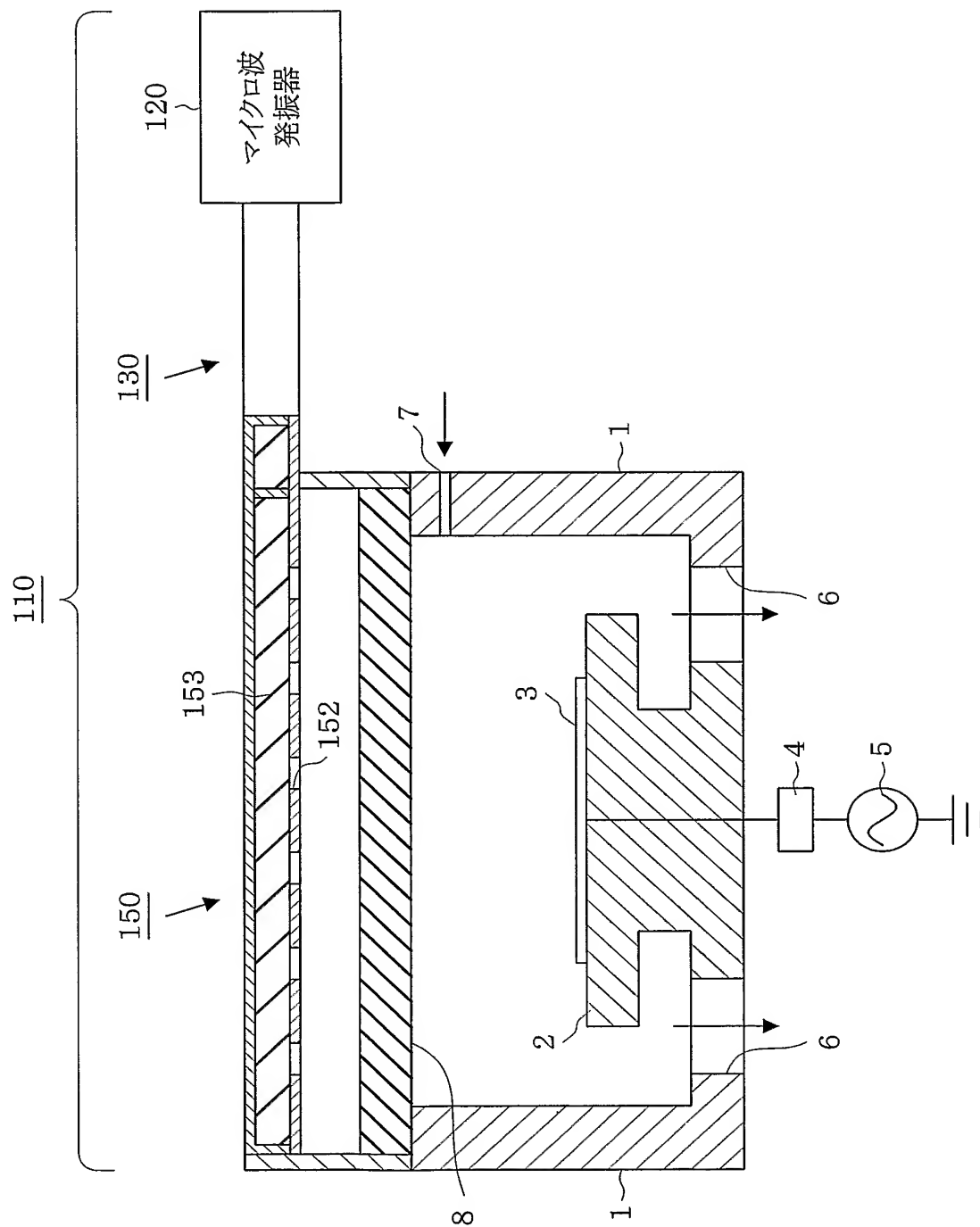
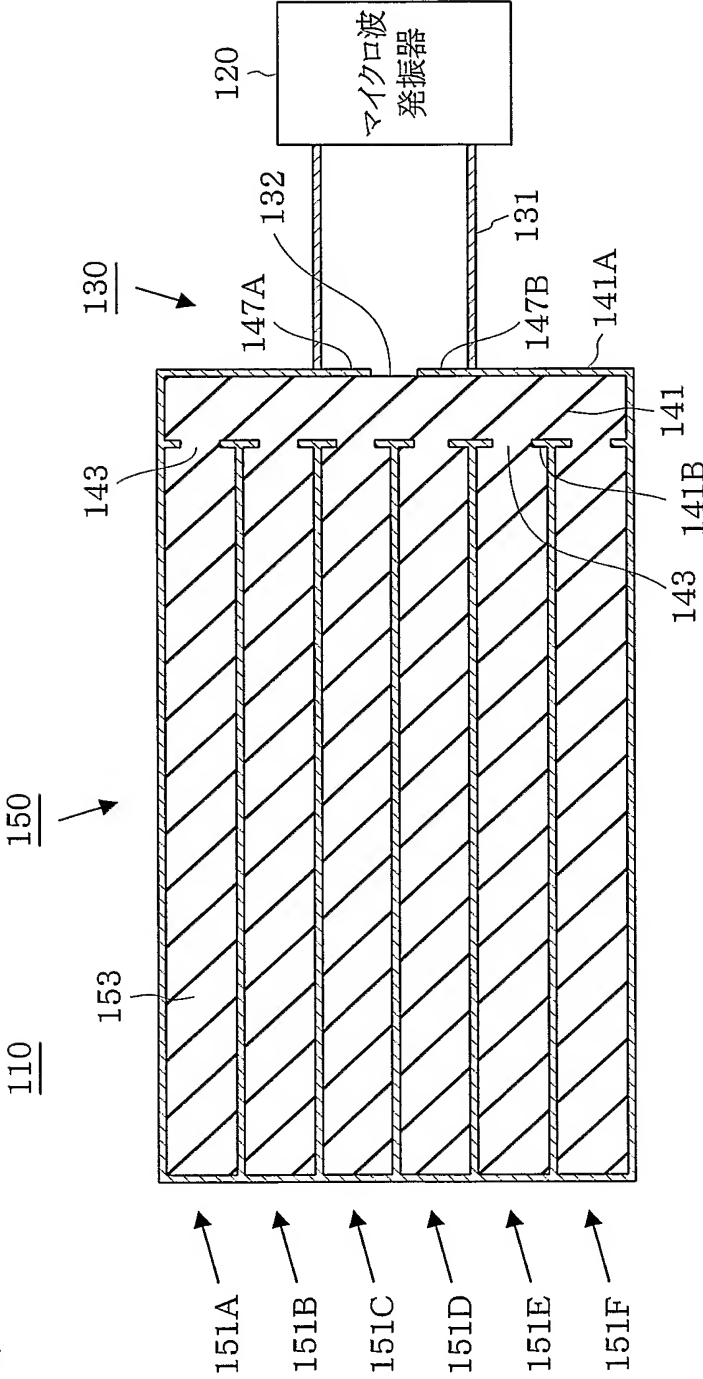


図 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003086

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01P5/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01P5/12, B01J19/08, C23C16/511, H01L21/302

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-133232 A (Naohisa GOTO, Tadahiro OMI, Tokyo Electron Ltd.), 09 May, 2003 (09.05.03), Full text; Figs. 1 to 15 & WO 03/36700 A1	1-9, 12-14
Y	JP 11-330812 A (NEC Engineering Kabushiki Kaisha), 30 November, 1999 (30.11.99), Par. No. [0011] Fig. 1 (Family: none)	1-9, 12-14
Y	JP 11-274838 A (Takushoku University), 08 October, 1999 (08.10.99), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	2-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 May, 2004 (20.05.04)

Date of mailing of the international search report

01 June, 2004 (01.06.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003086

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-198242 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 July, 2003 (11.07.03), Full text; Figs. 1 to 16 (Family: none)	3, 4
Y A	JP 7-106847 A (Nippon Steel Corp.), 21 April, 1995 (21.04.95), Par. Nos. [0018], [0019]; Fig. 1 & US 5579019 A	5 8
Y	JP 2003-152441 A (Yugen Kaisha Rajiaru Antena Kenkyusho), 23 May, 2003 (23.05.03), Par. Nos. [0002] to [0005]; Fig. 2 (Family: none)	8, 9
A	JP 2928154 B2 (NEC Corp.), 14 May, 1999 (14.05.99), Par. Nos. [0013], [0014]; Fig. 2 (Family: none)	2-4
A	JP 2003-188152 A (Tokyo Electron Ltd.), 04 July, 2003 (04.07.03), Full text; Figs. 1 to 16 & WO 03/52806 A1	1-14
A	JP 2001-223098 A (Tokyo Electron Ltd.), 17 August, 2001 (17.08.01), Full text; Figs. 1 to 5 & US 2003/210781 A1	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01P5/12			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01P5/12、B01J19/08、C23C16/511、H01L21/302			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	J P 2003-133232 A (後藤尚久、大見忠弘、東京エレクトロン株式会社) 2003. 05. 09、全文、第1-15図 & WO 03/36700 A1	1-9, 12-14	
Y	J P 11-330812 A (日本電気エンジニアリング株式会社) 1999. 11. 30、段落【0011】、第1図 (ファミリーなし)	1-9, 12-14	
Y	J P 11-274838 A (学校法人 拓殖大学) 1999. 10. 08、全文、第1-6図 (ファミリーなし)	2-4	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 20. 05. 2004		国際調査報告の発送日 01. 6. 2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 麻生 哲朗	5 T 3 2 4 5
		電話番号 03-3581-1101	内線 3526

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2003-198242 A (三菱電機株式会社) 2003. 07. 11、全文、第1-16図 (ファミリーなし)	3, 4
Y	J P 7-106847 A (新日本製鐵株式会社) 1995. 04. 21、段落【0018】【0019】、第1図 & US 5579019 A	5 8
Y	J P 2003-152441 A (有限会社ラジアルアンテナ研究所) 2003. 05. 23、段落【0002】-【0005】、第2図 (ファミリーなし)	8, 9
A	J P 2928154 B2 (日本電気株式会社) 1999. 05. 14、段落【0013】【0014】、第2図 (ファミリーなし)	2-4
A	J P 2003-188152 A (東京エレクトロン株式会社) 2003. 07. 04、全文、第1-16図 & WO 03/52806 A1	1-14
A	J P 2001-223098 A (東京エレクトロン株式会社) 2001. 08. 17、全文、第1-5図 & US 2003/210781 A1)	1-14